Aus dem Hygiene-Institut der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. H.-W. Schlipköter

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WIRKSAMKEIT EINES ALKOHOL-ALDEHYD-GASGEMISCH-DRUCKSTERILISATORS VERGLICHEN MIT EINEM HERKÖMMLICHEN HEISSLUFT-KREISLAUF-STERILISATOR

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Monika Kloss

1978

1979

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. H.-W. Schlipköter

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WIRKSAMKEIT EINES ALKOHOL-ALDEHYD-GASGEMISCH-DRUCKSTERILISATORS VERGLICHEN MIT EINEM HERKÖMMLICHEN HEISSLUFT-KREISLAUF-STERILISATOR

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Monika Kloss

1978

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf: Prof. Dr. H. Reinauer

Referent: Prof. Dr. L. Grün

Korreferent: Prof. Dr. J. P. Engelhardt

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG

II. STERILISATION MIT EINEM ALKOHOL-ALDEHYD-GASGEMISCH-DRUCKSTERILISATOR

III. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

IV. ERGEBNISSE

V. BIOLOGISCHE PRÜFUNG MIT SPORENERDE

VI. DISKUSSION

VII. ZUSAMMENFASSUNG

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

EINLEITUNG

Um den Patienten beim Versuch, ihn von Krankheit zu heilen, nicht statt dessen Schaden zuzufügen, ist es - über die im ärztlichen Beruf selbstverständlichen Prinzipien von Sauberkeit und Hygiene hinaus - erforderlich, keimfrei bzw. möglichst keimarm zu arbeiten. Beides läßt sich durch die Verfahren der Desinfektion und Sterilisation erzielen. Durchforscht man die Literatur nach einer Definition dieser Begriffe, so findet man zahlreiche Erläuterungen. Im Grunde genommen sagen sie aber alle das gleiche aus, nämlich:
Desinfektion ist die Abtötung aller Krankheitserreger,
Sterilisation ist die Abtötung aller Lebewesen einschließlich ihrer Dauerformen, gleichgültig, ob sie pathogen oder apathogen sind.
Die Schwierigkeiten der hygienischen Maßnahmen in der Zahnarztpraxis hat ENGELHARDT folgendermaßen dargestellt:

1. Alle Behandlungsmaßnahmen spielen sich im keimbeladenen Milieu der Mundhöhle ab.
2. Alle Behandlungsmaßnahmen werden ambulant durchgeführt, d. h. es liegt eine, wenn auch von Praxis zu Praxis unterschiedlich relativ hohe Patientenfrequenz vor.
3. In den Behandlungsablauf sind mehrere Hilfspersonen eingeschaltet.
4. Der Zahnarzt und seine Mitarbeiter kommen durch das eigentliche Behandlungsinstrumentarium und durch Hilfsgeräte und Körperersatzstücke mit der Mundflora des Patienten in Kon-

takt. Viele dieser Instrumente und Hilfsmittel können nicht mit einem der gebräuchlichen Sterilisationsverfahren entkeimt werden.

5. Es kann nicht rein instrumentell behandelt werden.

Nach HERTWIG und HORN sind auch heute noch die wichtigsten Verfahren der Sterilisation die Anwendung von gespanntem, gesättigtem Wasserdampf von mindestens 120° C und von trockener Heißluft von 180 - 200° C.

BERGER hat jedoch darauf hingewiesen, daß Feuchtigkeit, aber auch trockene Hitze zu Korrosion führen und hohe Temperaturen eine Minderung von Härte, Elastizität und Torsionsfestigkeit bewirken. Dieses würde in der zahnärztlichen Praxis vor allem die häufig zu sterilisierenden Bohrer, Hand- und Winkelstücke, Skalpelle usw. betreffen. Es ist daher verständlich, daß nach anderen Verfahren der Sterilisation gesucht wurde. Die Sterilisation mit Äthylenoxid soll hier nur erwähnt werden. Zahlreiche experimentelle Untersuchungen (BRUHIN, BEEBY) ergaben hierbei, daß dieses Verfahren nur besonders geschultem Personal überantwortet werden sollte und bei Nichtbeachtung zahlreicher Faktoren eine sichere Sterilisation nicht gewährleistet werden kann.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wird seit einigen Jahren eine Methode angewendet, die die Schädigung der feinmechanischen Instrumente durch Anwendung eines Alkohol-Aldehyd-Wasser-Gemisches in Gasform weitgehend auszuschalten versucht. Ich hielt es deshalb bei der grundsätzlichen Bedeutung eines nichtkorrosiven Verfahrens für angezeigt, in einer Studie die

Resistenz verschiedener Keimspezies gegenüber diesem Verfahren sowie den Einfluß unterschiedlicher Keimträger zu prüfen, wobei ich zum Vergleich dieselben Versuche in einem herkömmlichen Heißluftsterilisator (Heißluft-Kreislauf-Sterilisator, System Dr. Gruß) durchführte.

STERILISATION MIT EINEM ALKOHOL-ALDEHYD-GASGEMISCH-DRUCK-STERILISATOR

Beschreibung des Gerätes

Die Herstellerfirma Micro-Mega macht folgende Angaben über den Harvey-Heißgas-Drucksterilisator 5000:
Außenmaße: Breite 33,02 cm; Höhe 26,67 cm; Tiefe 49,53 cm
Maße der Sterilisierkammer: Ø 15,24 cm; Tiefe 27,94 cm

Der Harvey-Sterilisator 5000 ist nur für 220 Volt Wechselstrom zugelassen. Das Gerät muß ausschließlich mit Vapo-Steril-Lösung bedient werden, welche nur einmal zu verwenden ist, da sich die chemische Zusammensetzung nach dem Sterilisationsvorgang verändert und Schmutzteilchen in der Flüssigkeit enthalten sind.
Die Sterilisationslösung besteht aus:

Methyläthylketon
Formaldehyd
Aceton

Äthylalkohol 79 %

Methylalkohol 5 % ca. 6 % H_2O

Isopropylalkohol 9 %

tert. Butylalkohol 2 %

Aqua dest. 8 %

Vor Beginn der Sterilisation muß die Heizung eingeschaltet werden; die Anheizzeit beträgt ca. 10 Minuten. Das Gerät ist funktionsbereit, sobald die Kontrollampe "Temperatur" erlischt. Während der Sterilisation strömt Vapo-Steril-Lösung in das Gerät ein, wird mittels Hitze von 132° C verdampft und bildet ein trockenes Gas, welches den Zeiger des Druckmessers bis zum Ende der Sterilisation in den grünen Bereich wandern läßt (20 lbs = 1,406 atü). Nun schaltet sich eine Zeituhr selbsttätig ein. Sobald Gasdruck im Gerät entstanden ist, verhindert eine Sicherheitsverriegelung das Öffnen des Gerätes. Nach 20 Minuten zeigt ein Summton das Ende der Sterilisation an. Danach wird der Sterilisations- und Absaugknopf wieder auf "Exhaust" gestellt: Das Gas wird nun über Kühlschlangen kondensiert, abgesaugt und kommt als flüssiges Abfallprodukt in den dafür vorgesehenen Auffangbehälter.

Prüfung der Funktionssicherheit von Sterilisatoren

Das Ziel des Gerätes ist die Sterilisation, d. h. nach DAB 7/68:

einen Gegenstand von allen vermehrungsfähigen Keimen freimachen.
Zur Überprüfung dessen stehen physikalische und biologische Methoden zur Verfügung.

Testmaterial

Sterilisiert werden Leinenläppchen von 1 cm^2 Fläche, ca. 3 cm lange Wollfäden und 4 x 1 x 0,1 cm große Metallplättchen. Die Leinenläppchen und die Wollfäden wurden vor Versuchsbeginn im Autoclaven bei 120° C und 1 atü 40 Minuten sterilisiert, die Metallplättchen wurden im Heißluftsterilisator bei 180° C 60 Minuten sterilisiert.

Testkeime

Getestet wurden die folgenden Bakterienstämme:

BACILLUS SUBTILIS NCTC 3610
BACILLUS CEREUS ATCC 11778
BACILLUS MESENTERICUS
BACILLUS MEGATHERIUM
BACILLUS STEAROTHERMOPHILUS
STAPHYLOCOCCUS ATCC 6538
STAPHYLOCOCCUS D 222
STAPHYLOCOCCUS D 572

Diese Stämme wurden regelmäßig in wöchentlichem Abstand auf Agar-Agar-Platten überimpft, um annähernd gleichmäßige Werte zu erhalten. Nach 18 - 24 stündiger Bebrütung im Brutschrank bei 37° C. mit Ausnahme des Bac. stearothermophilus, das bei 60° C bebrütet wurde, konnten die Sporenbildner auf Weizengrieß-Agar-Platten überimpft werden. Hierzu wurde mit einer Platinöse, durch Ausglühen sterilisiert, eine geringe Menge der Bakterienrasen in 2 - 3 ml steriler, 0,9 %iger NaCl-Lösung, pH 7, mit einem Wattestäbchen gelöst und hauchdünn auf die Platten aufgetragen. Diese wurden zur Versporung 8 - 14 Tage eingepackt bei 37° C (Bac. stearothermophilus bei 60° C) bebrütet. Die Versporung wurde im gefärbten Präparat unter dem Mikroskop geprüft.

Eine Ausnahme bildeten die vegetativen Staphylococcenstämme, die auf Agar-Agar-Platten überimpft wurden und schon am nächsten Tag weiterverarbeitet werden konnten.

Die versporten, sowie mit Staphylococcen beimpften Platten wurden nun mit 0,9 %iger NaCl-Lösung (pH 7), Caseinpepton--Sojabohnenmehlpepton-Lösung, bzw. Rinderserum, bzw. Rinderblut abgeschwemmt. Von jeder Keimsuspension wurde eine Keimzahlbestimmung durchgeführt. Dazu wurden 0,5 ml der jeweiligen Keimsuspension in 8 Reagenzgläschen mit 4,5 ml NaCl-Lösung (Physiologische Kochsalzlösung, 0,9 %ig, pH 7) bis zu einer Konzentration von 10^{-8} verdünnt. Auf je zwei Agar-Agar-Platten wurden vom 6. Reagenzgläschen an je 0,1 ml der Verdünnung pipettiert und mit einem Glasspatel

bis zum Trocknen ausgestrichen. Nach 24 stündiger Bebrütung bei 37° C (Bac. stearothermophilus bei 60° C) wurden die Platten ausgezählt. Die Keimzahlen pro ml bewegten sich bei den Versuchen:

bei

Bac. subtilis NCTC 3610

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen $1,3 \times 10^6$ - $3,4 \times 10^9$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen 4,2 - $6,45 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen 2,8 - $7,6 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderblut zwischen 2,8 - $7,1 \times 10^9$ Keime/ml

Bac. cereus ATCC 11778

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 4×10^8 - $1,95 \times 10^9$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen $4,6 \times 10^8$ - $1,95 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen $4,4 \times 10^8$ - 4×10^9 Keime/ml

in Rinderblut zwischen 1,9 - $2,45 \times 10^9$ Keime/ml

Bac. mesentericus

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 1,03 - $6,5 \times 10^8$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen 1,18 - $1,2 \times 10^8$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen 7,5 - 49×10^7 Keime/ml

in Rinderblut zwischen 7,2 - 15×10^8 Keime/ml

Bac. megatherium

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 1,5 - $1,9 \times 10^9$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen 1,1 - $2,2 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen 1,3 - 4×10^9 Keime/ml

in Rinderblut zwischen $4,7 \times 10^8$ - $2,45 \times 10^9$ Keime/ml

Bac. stearothermophilus

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 2 - $7,1 \times 10^6$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen 1 - $4,2 \times 10^6$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen 2,1 - $9,6 \times 10^6$ Keime/ml

in Rinderblut zwischen 3 - $16,9 \times 10^6$ Keime/ml

Bac. staphylococcus ATCC 6538

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 4 - $6,9 \times 10^9$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen $7,9 \times 10^8$ - $7,7 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen 2,2 - $29,4 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderblut zwischen 8×10^8 - $7,1 \times 10^9$ Keime/ml

Bac. staphylococcus D 222

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 11,5 - $13,05 \times 10^9$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen 13,7 - $13,8 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderserum zwischen 8,6 - $8,85 \times 10^9$ Keime/ml

in Rinderblut zwischen 3,5 - $17,3 \times 10^9$ Keime/ml

Bac. staphylococcus D 372

in 0,9 %iger NaCl-Lsg., pH7 zwischen 11,8 - $12,4 \times 10^9$ Keime/ml

in Sojabouillon zwischen 7,4 - 8×10^9 Keime/ml

in Rinderserum zwischen 6,45 - $10,5 \times 10^9$ Keime/ml

In Rinderblut zwischen 9,3 - 16 x 10^9 Keime/ml.

VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Sterile Leinenläppchen und Wollfäden werden mit den oben beschriebenen Keimsuspensionen durch 15 Minuten langes Eintauchen kontaminiert und anschließend in Petrischalen bei 37° C im Brutschrank getrocknet. Die Metallplättchen beschickte ich mit 0,05 ml der Suspensionen und ließ sie an der Luft trocknen. Die so getrockneten Keimträger wurden nun in Bechergläsern (50 ml) offen im Harvey-Sterilisator 5000 und im Heißluft-Kreislauf-Sterilisator zur Sterilisation eingebracht. Die Sterilisationszeit betrug 20 Minuten (vom Harvey-Hersteller als zur Sterilisation ausreichende Zeit angegeben) und in einer weiteren Versuchsreihe 40 Minuten.Zusätzlich markierte ich die Bechergläser je nach Standort im Sterilisator mit vorn, mitte, hinten. Nach den jeweiligen Einwirkungszeiten wurde jeder Keimträger unter aseptischen Bedingungen in Röhrchen mit 10 ml Sojabouillon (Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung) und 3 % Tween, 0,3 % Lecithin, 0,1 % Cystein und 0,1 % Histidin gegeben - wobei diese Zusätze zur Verbesserung der Aufschließung von Keimkonglomeraten und zur Inaktivierung der evtl. anhaftenden Sterilisationsflüssigkeit dienten - und anschließend bis zu 14 Tagen im Brutschrank bei 37° C (Bac.

stearothermophilus bei 60° C) bebrütet. Zwischendurch wurde geprüft, ob Trübung eingetreten war. Bei Trübung erfolgte Ausstrich der Staphylococcenstämme auf Blutplatten, aller übrigen Bakterienstämme auf Agar-Agar-Platten.

Alle Versuche wurden bei denselben Prüfzeiten mindestens dreimal reproduziert. Während ich bei den Versuchen im Harvey-Sterilisator 5000 keinen Einfluß auf Druck, Temperatur und Gasgemisch ausüben konnte, variierte ich im Heißluft-Kreislauf-Sterilisator zusätzlich die Temperatur. Um zu überprüfen, ob die vom Hersteller angegebene Sterilisationstemperatur in den Geräten erreicht wird, wurde in beiden Geräten während mehrerer Sterilisationsvorgänge ein Maximumthermometer mitgeführt. Es zeigte sich, daß die Temperatur im Harvey-Sterilisator 5000 zwischen 140 - 146° C schwankte, während im Heißluft-Kreislauf-Sterilisator die eingestellte Temperatur ziemlich genau gehalten wurde.

Im folgenden werden die Ergebnisse von Harvey- und Heißluft-Sterilisation gegenübergestellt:
Zur Vereinfachung der Tabelle stehen folgende Abkürzungen:

für	
Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung	- Soja
Physiolog. Kochsalzlösung, 0,9 %ig, pH 7	- NaCl
Rinderserum	- Serum
Rinderblut	- Blut

TABELLE 1: VERSUCH HARVEY

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Wollfäden, Sterilisationsdauer 20 Min.

	vorn	mitte	hinten
Bac. subtilis NCTC 3610			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	+++
in Serum	+++	+++	++-
in Blut	+++	+++	+++
Bac. cereus ATCC 11778			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	-++
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. mesentericus			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	+++
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. megatherium			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	+++
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. stearo-thermophilus			
in NaCl	---	---	---
in Soja	+--	-+-	+--
in Serum	+--	-+-	+-+
in Blut	++-	+--	--+
Bac. staph. ATCC 6538			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

TABELLE 1 a: VERSUCH HEISSLUFT

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Wollfäden bei unterschiedlichen Temperaturen, Versuchsdauer 20 Min.

	150°C			160°C			170°C		
Bac. subtilis NCTC 3610	v	m	h	v	m	h	v	m	h
in NaCl	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-+-	+-+	---
in Soja	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+--	+-+	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+-+	+++
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	+--
Bac. cereus ATCC 11778									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	-+-	+-+	-+-	---	---
in Soja	+++	+++	+-+	---	---	--+	---	---	---
in Serum	++-	+++	+++	---	-+-	---	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	+-+	---	---	---
Bac. mesentericus									
in NaCl	+++	+-+	+++	+++	---	++-	---	---	---
in Soja	+++	+++	+++	+-+	+++	+++	---	---	---
in Serum	+++	+++	+-+	+-+	+-+	++-	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	+-+	---	---	---
Bac. megatherium									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	---
in Soja	+++	+++	+++	+++	+++	-+-	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	-+-	-++	--+	---	---	---
Bac. stearo-thermophilus									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bac. staph. ATCC 6538									
in NaCl	+--	---	-+-	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	-+-	---	---	---	---	---	---	---

FORTSETZUNG TABELLE 1

	vorn	mitte	hinten
Bac. staph. D 222			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---
Bac. staph. D 572			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

+ = Wachstum
- = kein Wachstum

Für alle mit Staphylococcen kontaminierten Wollfäden konnte bei 20 Min. Versuchsdauer Sterilität nachgewiesen werden, ebenso für in NaCl-Lösung suspendierte Stearothermophilus-Wollfäden. Als besonders resistent erwiesen sich die Sporen von Bac. megatherium, Bac. mesentericus, ebenso Subtilis- und Cereus-Sporen.

FORTSETZUNG TABELLE 1a

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. staph. D 222									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	-+-	---	+--	---	---	---	---	---	---
Bac. staph. D 572									
in NaCl	-+-	---	-+-	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	-+-	-+-	---	---	---	---	---	---
in Blut	+--	-+-	---	---	---	---	---	---	---

\+ = Wachstum
\- = kein Wachstum

Bis auf Keimträger von Bac. cereus Sporen in NaCl-Lösung und Bac. subtilis Sporen wurden alle übrigen bei 170° C sterilisiert, Versuche mit 180° C Heißluft ergaben auch für mit Subtilis- und Cereus-Sporen kontaminierte Wollfäden Sterilität. Bei 160° C konnte für die Staphylococcenstämme schon Sterilität nachgewiesen werden. Am thermoempfindlichstenzeigte sich Bac. stearothermophilus; schon bei 150° C konnte kein Bakterienwachstum mehr nachgewiesen werden.

TABELLE 2: VERSUCH HARVEY

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Wollfäden bei 40 Min. Sterilisationsdauer

	vorn	mitte	hinten
Bac. subtilis NCTC 3610			
in NaCl	+-+	++-	+-+
in Soja	+--	++-	-+-
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+-+	+++
Bac. cereus ATCC 11778			
in NaCl	+++	++-	+++
in Soja	--+	+-+	+--
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. mesentericus			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	++-
in Serum	+++	+++	-++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. megatherium			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+--	++-	+--
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. stearothermophilus			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

Nach 40 Min. Sterilisationsdauer ist weniger Bakterienwachstum nachzuweisen als bei meinem 20 Min. Versuch, doch nur die Sporen von Bac. stearothermophilus sind nun alle steril. Bei den Staphylococcen-Wollfäden konnte, wie erwartet, nach 40 Min. Versuchsdauer kein Bakterienwachstum mehr nachgewiesen werden (schon nach 20 Min. alle steril, deshalb hier nicht tabellarisch aufgeführt).

TABELLE 2 a: VERSUCH HEISSLUFT

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Wollfäden bei unterschiedlichen Temperaturen, Versuchsdauer 40 Min.

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. subtilis NCTC 3610									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-+-	---	---
in Soja	+++	+++	+++	+++	+-+	+++	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	++-	++-	---	--+
in Blut	+++	+++	+++	+++	+--	+++	---	---	---
Bac. cereus ATCC 11778									
in NaCl	+++	-++	-+-	+++	-+-	+--	---	---	---
in Soja	-++	+-+	-++	---	---	+--	---	---	---
in Serum	+++	++-	+--	---	---	---	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	+--	-+-	---	---	---	---
Bac. mesentericus									
in NaCl	+-+	+-+	-++	---	---	---	---	---	---
in Soja	-++	+--	++-	---	-++	---	---	---	---
in Serum	--+	+-+	+++	+--	---	---	---	---	---
in Blut	+++	+++	+-+	---	---	+--	---	---	---
Bac. megatherium									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	-++	+-+	---	---	---
in Soja	+++	-++	+++	+++	+-+	++-	---	---	---
in Serum	+++	+-+	+++	+-+	-++	--+	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	+-+	+--	++-	---	---	---
Bac. stearo-thermophilus									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---

In diesem Versuch zeigte sich, daß die Staphylococcen nach 40 Minuten Sterilisationsdauer schon bei 150° C abgetötet wurden. Die mit Cereus-, Mesentericus-, Megatherium- und Stearothermophilus-Sporen kontaminierten Wollfäden zeigten bei 170° C, 40 Minuten Versuchsdauer kein Bakterienwachstum mehr.

TABELLE 3: VERSUCH HARVEY

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Metallplättchen bei 20 Min. Versuchsdauer

	vorn	mitte	hinten
Bac. subtilis NCTC 3610			
in NaCl	+++	+++	--+
in Soja	+++	+++	+++
in Serum	+-+	+++	+++
in Blut	+++	+-+	+++
Bac. cereus ATCC 11778			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+-+	+++	--+
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. mesentericus			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+-+	+++	+++
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. megatherium			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	--+	+++	+++
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. stearo-thermophilus			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---
Bac. staph. ATCC 6538			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

TABELLE 3 a: VERSUCH HEISSLUFT

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Metallplättchen bei unterschiedlichen Temperaturen und 20 Min. Versuchsdauer

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. subtilis NCTC 3610									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++-	---	-+-
in Soja	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-+-	---	-++
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+-+	+--	+--
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	-+-	---
Bac. cereus ATCC 11778									
in NaCl	+-+	+++	-++	+++	+++	+-+	---	--+	---
in Soja	+-+	+++	++-	--+	--+	---	---	---	--+
in Serum	-++	+++	+++	+-+	-+-	--+	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	++-	---	---	---
Bac. mesentericus									
in NaCl	+++	+++	+++	+--	---	+--	---	---	---
in Soja	+++	+++	+++	+-+	--+	--+	---	---	---
in Serum	+--	++-	+++	-+-	-+-	++-	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	-+-	+++	-++	---	---	---
Bac. megatherium									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	---
in Soja	+++	+++	+++	+++	+++	+-+	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	-+-	---
in Blut	+++	+++	+++	++-	+++	++-	---	---	---
Bac. stearo-thermophilus									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bac. staph. ATCC 6538									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---

FORTSETZUNG TABELLE 3

	vorn	mitte	hinten
Bac. staph. D 222			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---
Bac. staph. D 572			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

Wie beim wollfaden-Versuch zeigt sich auch hier Sterilität der mit Staphylococcen kontaminierten Metallplättchen nach 20 Minuten, zusätzlich stelle ich fest, daß auch die Bac. stearothermophilus--Sporen nach 20 Minuten Sterilisationszeit abgetötet wurden. Beim Vergleich Wollfaden - Metall komme ich zu dem Ergebnis, daß die Sporen auf glatter Metalloberfläche weniger resistent sind als in Wollstruktur.

FORTSETZUNG TABELLE 3 a

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. staph. D 222									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bac. staph. D 372									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Alle Staphylococcen- und Stearothermophilus-Keimträger wurden schon bei 150° C sterilisiert, mit Ausnahme eines in Serum suspendierten Bac. staphylococcus ATCC 6538-Plättchens. Ein deutlicher Unterschied zur Wollfaden-Sterilisation ist nicht zu erkennen.

TABELLE 4: VERSUCH HARVEY

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Metallplättchen bei 40 Min. Versuchsdauer

	vorn	mitte	hinten
Bac. subtilis NCTC 3610			
in NaCl	--+	+--	--+
in Soja	+-+	--+	---
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	-++
Bac. cereus ATCC 11778			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	---	---	--+
in Serum	+++	+++	+++
in blut	+++	+++	+++
Bac. mesentericus			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	++-	-+-
in Serum	+-+	++-	++-
in Blut	+++	+++	+++
Bac. megatherium			
in NaCl	+++	+++	+--
in Soja	--+	+-+	--+
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	-++

Nicht extra aufgeführt sind hier Bac. stearothermophilus- und die Staphylococcen-Keimträger, die sich schon nach 20 Minuten Versuchsdauer als steril erwiesen. Von besonders hoher Widerstandsfähigkeit sind die Keimträger von Bac. cereus ATCC 11778, Bac. mesentericus und Bac. megatherium.

TABELLE 4 a: VERSUCH HEISSLUFT

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Metallplättchen bei unterschiedlichen Temperaturen und 40 Min. Versuchsdauer

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. subtilis NCTC 3610									
in NaCl	+++	+++	++-	+++	++-	+++	+--	---	---
in Soja	+++	+++	+++	-++	++-	+-+	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+--	--+	---
in Blut	+++	+++	+++	+++	++-	+++	---	---	---
Bac. cereus ATCC 11778									
in NaCl	+++	+++	++-	+++	+++	+-+	---	---	---
in Soja	+-+	+++	++-	--+	+--	---	---	---	---
in Serum	+-+	+++	-+-	---	---	---	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	---	---	---	---	---	---
Bac. mesentericus									
in NaCl	-++	-++	+-+	---	---	---	---	---	---
in Soja	++-	-++	+-+	--+	+--	-+-	---	---	---
in Serum	-++	-+-	++-	--+	---	--+	---	---	---
in Blut	-++	+++	+++	---	-+-	---	---	---	---
Bac. megatherium									
in NaCl	+++	+-+	+-+	++-	+-+	+++	---	---	---
in Soja	-++	+++	++-	+-+	++-	-++	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	-+-	-+-	++-	---	---	---

Als besonders resistent erwiesen sich Metallplättchen mit Subtilis-Sporen; bei ihnen konnte erst nach 20 Minuten Versuchsdauer und 180° C Sterilität nachgewiesen werden. Alle übrigen Keimträger waren schon bei 170° C, 40 Minuten steril.

TABELLE 5: VERSUCH HARVEY

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Leinenläppchen bei 20 Min. Versuchsdauer

	vorn	mitte	hinten
Bac. subtilis NCTC 3610			
in NaCl	+++	++-	+++
in Soja	+++	+++	+-+
in Serum	+++	++-	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. cereus ATCC 11778			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	-+-
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. mesentericus			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	+++	+++	+-+
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. megatherium			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	-+-	++-	+++
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. stearo-thermophilus			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	--+	---
in Serum	--+	---	---
in Blut	---	---	---
Bac. staph. ATCC 6538			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

TABELLE 3 a: VERSUCH HEISSLUFT

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Leinenläppchen bei unterschiedlichen Temperaturen und 20 Min. Versuchsdauer

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. subtilis NCTC 3610									
in NaCl	+++	+++	+++	+++	++-	+++	-+-	--+	+-+
in Soja	+++	+++	+++	+++	++-	+++	++-	+--	+++
in Serum	+++	++-	+++	+++	+++	++-	+++	+--	++-
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	-+-	---
Bac. cereus ATCC 11778									
in NaCl	++-	+++	+++	+++	+-+	+-+	---	---	---
in Soja	+++	++-	+++	-++	-+-	+-+	--+	+--	---
in Serum	+++	+++	+++	+-+	--+	---	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	+++	+++	++-	---	---	---
Bac. mesentericus									
in NaCl	+-+	+++	+-+	--+	++-	+--	---	---	---
in Soja	+++	+++	+++	-+-	+++	++-	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	-+-	+-+	-+-	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	++-	---	+--	---	---	---
Bac. megatherium									
in NaCl	+++	++-	+++	-+-	++-	+++	--+	---	---
in Soja	+++	++-	+++	+-+	+++	+--	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	--+	---
in Blut	+++	+++	+++	+-+	++-	-++	---	---	---
Bac. stearothermophilus									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bac. staph. ATCC 6538									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---

FORTSETZUNG TABELLE 5

	vorn	mitte	hinten
Bac. staph. D 222			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---
Bac. staph. D 572			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

Auch hier zeigt sich, wie beim Wollfaden- und Metallplättchen-Versuch, daß nach 20 Minuten Sterilisationszeit alle Staphylococcen abgetötet wurden. Zusätzlich zeigt sich Sterilität für in NaCl-Lösung, sowie in Rinderblut suspendierte Stearothermophilus-Leinenläppchen. Im Vergleich Wollfaden - Metall - Leinen komme ich zu dem Schluß, daß die Sporen in Wollstruktur am widerstandsfähigsten sind, gefolgt von Sporen in Leinenstruktur. Metallplättchen als Keimträger zeigen die geringste Resistenz gegenüber dem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch.

FORTSETZUNG TABELLE 5 a

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. staph. D 222									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bac. staph. D 572									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	+--	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	+--	---	---	---	---	---	---

Alle Staphylococcen- und Stearothermophilus-Keimträger wurden schon bei 150° C sterilisiert, mit Mesentericus-Sporen kontaminierte Leinenläppchen waren bei 170° C steril; ebenso in NaCl-Lösung, Rinderserum, Rinderblut suspendierte Cereus--Läppchen und in Sojabouillon, Rinderblut suspendierte Megatherium-Keimträger. Die restlichen Keimträger erreichten nach 20 Minuten, 180° C Sterilität.

TABELLE 6: VERSUCH HARVEY

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Leinenläppchen bei 40 Min. Versuchsdauer

	vorn	mitte	hinten
Bac. subtilis NCTC 3610			
in NaCl	-+-	--+	---
in Soja	+++	+++	+--
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	++-	++-	+++
Bac. cereus ATCC 11778			
in NaCl	+++	---	--+
in Soja	-+-	+++	---
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. mesentericus			
in NaCl	+++	+++	+++
in Soja	-++	--+	+++
in Serum	-++	+-+	--+
in Blut	+++	+++	+++
Bac. megatherium			
in NaCl	+++	+++	+-+
in Soja	--+	-++	--+
in Serum	+++	+++	+++
in Blut	+++	+++	+++
Bac. stearothermophilus			
in NaCl	---	---	---
in Soja	---	---	---
in Serum	---	---	---
in Blut	---	---	---

Nicht aufgeführt sind die Staphylococcen-Keimträger, die sich schon nach 20 Minuten als steril erwiesen. Insgesamt ist nach 40 Min. Sterilisationszeit weniger Bakterienwachstum nachzuweisen als bei dem 20 Minuten Versuch. Mit Stearothermophilus-Sporen kontaminierte Leinenläppchen sind nun auch steril.

TABELLE 6 a: VERSUCH HEISSLUFT

Ergebnis des Sterilisationsversuches von Leinenläppchen bei unterschiedlichen Temperaturen und 40 Min. Versuchsdauer

	150°C			160°C			170°C		
	v	m	h	v	m	h	v	m	h
Bac. subtilis NCTC 3610									
in NaCl	+++	+++	+++	-++	+-+	++-	---	--+	+--
in Soja	+++	+++	+++	+++	--+	+++	---	---	---
in Serum	+++	+++	+++	+-+	++-	-++	++-	---	--+
in Blut	+++	+++	+++	+-+	+++	++-	---	---	---
Bac. cereus ATCC 11778									
in NaCl	-++	+++	+++	--+	+-+	++-	---	---	---
in Soja	+++	+-+	++-	+-+	-+-	+-+	---	---	---
in Serum	-+-	-++	+++	---	---	---	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	---	---	---	---	---	---
Bac. mesentericus									
in NaCl	+-+	--+	-++	---	---	---	---	---	---
in Soja	--+	+++	-+-	+--	+-+	+-+	---	---	---
in Serum	+++	-+-	--+	---	--+	---	---	---	---
in Blut	++-	+++	+++	---	---	---	---	---	---
Bac. megatherium									
in NaCl	+++	+++	++-	+++	+++	++-	---	---	---
in Soja	++-	+++	+++	-+-	---	++-	---	---	---
in Serum	+++	+++	++-	-++	-+-	+-+	---	---	---
in Blut	+++	+++	+++	-+-	+--	--+	---	---	---
Bac. stearothermophilus									
in NaCl	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Soja	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Serum	---	---	---	---	---	---	---	---	---
in Blut	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Von besonders hoher Widerstandsfähigkeit zeigten sich Keimträger von Subtilis-Sporen; bei ihnen konnte erst nach 20 Minuten Sterilisationszeit und 180° C Sterilität nachgewiesen werden. Die übrigen Keimträger waren schon bei 40 Minuten, 170° C steril.

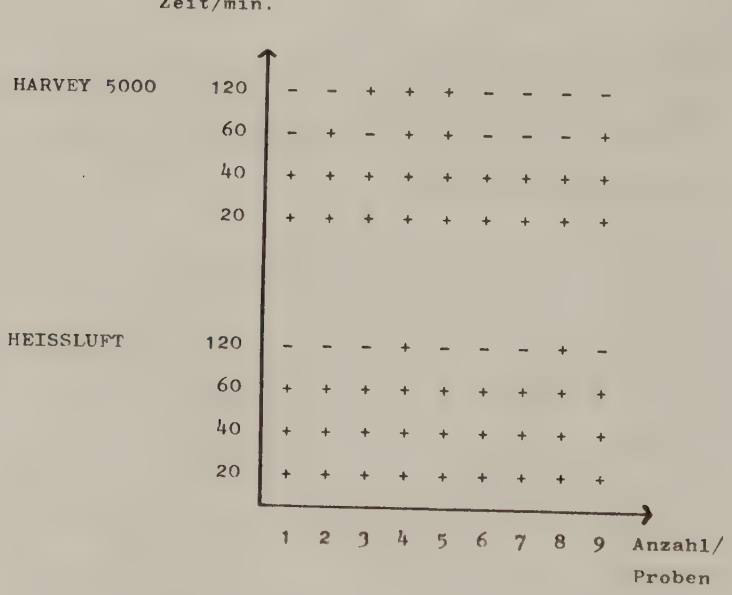
BIOLOGISCHE PRÜFUNG MIT SPORENERDE

Da in Deutschland allgemein Sporenerde als Testmaterial zur Überprüfung des Sterilisationseffektes dient, untersuchte ich auch die Abtötung von nativen Erdsporen in Erde durch das Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch-Druck Verfahren.

Für diese Überprüfung wurden nach der DIN-Norm 58947 hergestellte Sporenerdepäckchen verwendet, die eine Mindestresistenz von 3 Minuten gegenüber gesättigtem und gespanntem Wasserdampf von 121° C aufwiesen.

Je 9 doppelt in Filterpapier verpackte Sporenerdepäckchen wurden 20, 40, 60, 120 Minuten im Harvey 5000 sterilisiert. Dann wurden sie unter aseptischen Bedingungen in Reagenzgläser mit je 10 ml Sojabouillon (Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung) gebracht und 14 Tage bei 37° C im Brutschrank inkubiert. Zum Vergleich führte ich dieselben Versuche mit einem Heißluft--Kreislauf-Sterilisator durch, der auf 145° C eingestellt wurde (etwa die Sterilisationstemperatur des HARVEY--Sterilisators 5000). Das Ergebnis nach Ausstrich auf Agar-Agar-Platten zeigt Tabelle 7.

TABELLE 7: Ergebnis über vergleichende Sterilisationsversuche mit einem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch--Druck Sterilisator und einem Heißluft-Kreislauf-Sterilisator



- = kein Wachstum

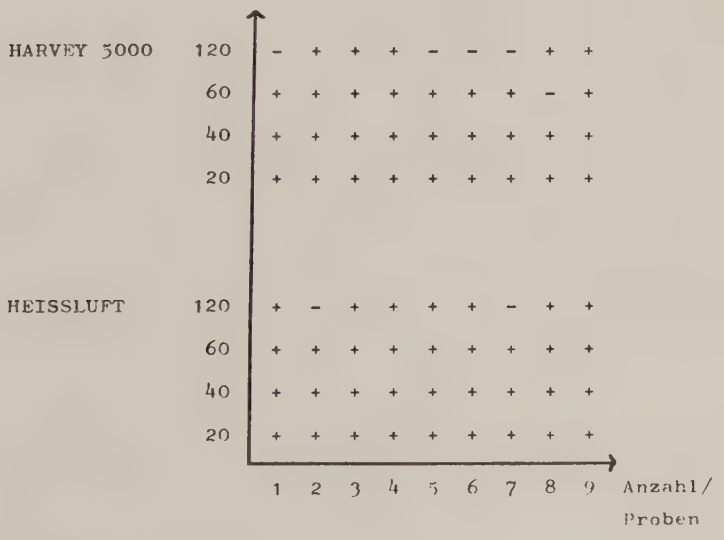
+ = Wachstum

Da bei 20 und 40 Minuten Sterilisationsdauer keine der Proben steril war, erhöhte ich die Sterilisationszeit bis auf 120 Minuten, um zu überprüfen, ob bei längerer Einwirkungszeit mit Sicherheit Sterilität zu erreichen ist.

Doch wie Tabelle 7 zeigt, sind selbst nach 120 Minuten Versuchsdauer beim HARVEY 5000 von 9 Proben 3 nicht steril, beim Heißluft-Kreislauf-Sterilisator von 9 Proben 2 nicht steril.

Dieselben Versuche machte ich mit Sporenerde, die unter aseptischen Bedingungen ausgepackt, in Bechergläsern (50 ml) 20, 40, 60, 120 Minuten im Sterilisator exponiert wurde. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

TABELLE 8:



- = kein Wachstum

+ = Wachstum

Werden die Erdsporen in Bechergläsern (50 ml) sterilisiert, so zeigt sich, daß selbst bei 120 Minuten Versuchsdauer Sterilität mit Sicherheit nicht zu erreichen ist. Beim Vergleich mit den eingepackten Sporenerdepäckchen stelle ich fest, daß die Sterilisation in Bechergläsern weitaus weniger wirksam ist. Dies ist wahrscheinlich auf die Wirkung der Luftpolster im Inneren der Gefäße zurückzuführen, die sowohl das Eindringen wirksamer Gaskonzentrationen behindern als auch als Wärmeisolator fungieren.

DISKUSSION

SCHAAL, PAPE und HÖRSTER untersuchten die Sterilisationseigenschaften des Micro-Harvey-Heißgas-Drucksterilisators parallel an zwei Geräten. Als Testmaterial wurden Sporenpräparationen von Bac. subtilis und Bac. stearothermophilus und verschiedene vegetative Bakterienarten verwandt. Durch ihre Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß der Inaktivierungseffekt gegenüber vegetativen Bakterien- und Sproßpilzzellen ohne Instrumentenbeladung außerordentlich intensiv war - schon nach 5 Minuten Einwirkungszeit ließen sich Mikroorganismen, wie Klebsiella aerogenes und Enterokokken, nicht mehr rekultivieren. Da in diesem Zeitraum weder die endgültige Betriebstemperatur noch der Betriebsdruck erreicht sind, folgern sie daraus, daß die Vegetativform primär durch die Desinfektionslösung des Gasgemisches abgetötet wird. Sie stellen fest, daß der chem. Desinfektionseffekt aber nicht genügte, um bakterielle Sporen vermehrungsunfähig zu machen. Durch ihre hohe Resistenz gegenüber chemischen und thermischen Noxen benötigten die Sporenpräparationen minimale Abtötungszeiten von 20 Minuten bei dem einen und 30 Minuten bei dem zweiten Gerät. Grundsätzlich zeigten ihre Untersuchungen aber, daß alle Testorganismen in den geprüften Geräten abzutöten waren, wobei Schwankungen der Sterilisationszeit und - temperatur beobachtet wurden, abhängig von Menge und Beschaffenheit

des Sterilisationsgutes und Art der Verpackung. Sie empfehlen die Anwendung des Sterilisators und schließen sich damit einer Reihe anderer Untersucher, COUGHLIN, HABERMAN, MILLER, MÜLLER-HIRTH an, die den Gasgemisch-Drucksterilisator ebenfalls für brauchbar halten und seine Wirksamkeit gegen Viren überprüften.

MILLER verwendete Bac. subtilis variatio globigii als Testkeim, HABERMAN untersuchte Sporen von Bac. subtilis, Bac. stearothermophilus, Staph. aureus und E. coli. Zusätzlich beschrieb HABERMAN, daß durch den Einfluß eines Alkohol--Aldehyd-Gasgemisches eine weit geringere Schädigung von scharfen und feinmechanischen Instrumenten auftritt verglichen mit der Einwirkung von trockener Hitze (Heißluftsterilisator) und feuchter Hitze (Autoclav). Auch FORREST und Mc DONALD sahen einen großen Vorteil in der geringen Korrosion von Metallinstrumenten. SCHAAL, PAPE und HÖRSTER machten in ihren Untersuchungen jedoch die Einschränkung, daß dieser Vorteil sich nur dann auswirken kann, wenn die vom Hersteller angegebene Betriebstemperatur nicht wesentlich überschritten wird.

Meine Untersuchungen zeigten, daß nach 20 Minuten Sterilisationsdauer alle vegetativen Keimarten abgetötet wurden, selbst unter erschwerten Bedingungen. Sie bestätigen somit die Ergebnisse von SCHAAL? PAPE und HÖRSTER.

Auch FINKEN erreichte in seinen Versuchen für vegetative Bakterienarten nach 20 Minuten Sterilität.

Es muß jedoch auch darauf hingewiesen werden, daß die vom Hersteller angegebene Sterilisationstemperatur von 132° C in allen meinen Versuchen überschritten wurde. In den Untersuchungen von FINKEN und von SCHAAL kommt dies auch zum Ausdruck. Es wäre zu untersuchen, ob bei den erreichten Sterilisationstemperaturen von 140 - 151° C wirklich eine weit geringere Schädigung der feinmechanischen Instrumente erreicht wird.

MÜLLER-HIRTH untersuchte die Resistenz unterschiedlicher Keimspezies. Bei seinen Versuchen zeigten Sporen von Bac. subtilis variatio globigii und Clostridium perfringens die höchste Widerstandsfähigkeit. Zusätzlich führte er Experimente mit verschiedenen Keimträgern und verschiedenen Hüllsubstanzen durch und stellte fest, daß Keime angetrocknet auf Batistläppchen sich am resistentesten zeigten. Außerdem waren bei den Präparationen mit Kochsalz-Lösung die Keime empfindlicher. MÜLLER-HIRTH schließt aufgrund der unterschiedlichen Resistenz der getesteten Keime auf eine Kombination von einem thermischen und chemischen Verfahren. Er unterstreicht dies durch die Feststellung, daß die sehr thermoresistenten Sporen von Bac. stearothermophilus gegenüber chemischen Einflüssen relativ empfindlich sind.

Auch bei meinen Untersuchungen zeigte sich, daß die Widerstandsfähigkeit abhängig ist vom Keimträger und der Hüllsubstanz. Beim Vergleich Wollfaden - Metall - Leinenläppchen komme ich zu dem Schluß, daß die Sporen in Wollstruktur am

widerstandsfähigsten sind, gefolgt von Sporen in Leinenstruktur. Dieses ist auch durch den stärkeren Feuchtigkeitsgehalt und durch die damit geringere Angriffsmöglichkeit des Gasgemisches zu erklären. Wie auch bei anderen Sterilisationsverfahren wird also durch organische Hüllsubstanzen um die Mikroorganismen die Keimabtötung erschwert.

Während MÜLLER-HIRTH der Auffassung ist, daß bei Beachtung der Wahl des Materials, exacter Reinigung und Trocknung des Sterilisiergutes nach 20 Minuten Einwirkungszeit (nach Erreichen des erforderlichen Druckes) sicher Sterilisation zu erreichen ist, kommt BLAKE bei seinen Versuchen zu eindeutig negativen Ergebnissen. Er kontaminierte Watterollen, Leinenläppchen und zahnärztliche Metallinstrumente mit Staphylococcus aureus, Sporen von Bac. stearothermophilus und Bac. subtilis, in Wasser und Serum suspendiert. Die Staphylococcen-Keimträger wurden 10 Minuten, die mit Sporen kontaminierten Materialien 20 und 30 Minuten dem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch ausgesetzt. Nach 10 Minuten Sterilisationsdauer waren alle mit Staphylococcen kontaminierten Keimträger steril. Die Sporenpräparationen von Bac. stearothermophilus in Wasser konnten nach 30 Minuten sterilisiert werden. Für alle übrigen Präparationen konnte weder nach 20 noch nach 30 Minuten Versuchsdauer Sterilität nachgewiesen werden. Er lehnt deshalb dieses Verfahren zur Sterilisation von Instrumenten ab, die in der Chirurgie benötigt werden.

Diese Versuchsergebnisse kann ich bestätigen, da auch in meinen Untersuchungen die bakteriellen Sporen eine besonders hohe Resistenz gegenüber dem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch zeigten. Bis auf Sporenpräparationen von Bac. stearothermophilus konnte selbst nach 40 Minuten Sterilisationsdauer für die übrigen Präparationen keine Sterilität nachgewiesen werden.
Untersuchungen mit Sporenerde zeigten, daß selbst nach einer Versuchsdauer von 2 Stunden Sterilität nicht sicher erreicht wurde. Auch FINKEN kam bei seinen Untersuchungen mit Sporenerde zu ähnlichen Ergebnissen. Die Frage, ob Sporenerde, die zur Prüfung des Sterilisationseffektes von Heißluftsterilisatoren und Autoklaven routinemäßig benutzt wird, auch zur Überprüfung von Gasgemisch-Drucksterilisatoren geeignet ist, muß ich aufgrund meiner Ergebnisse verneinen. FINKEN stellte bei einem Vergleich Heißluft - Harvey sogar fest, daß trockene Heißluft auch bei gleicher Temperatur dem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch in der abtötenden Wirkung gegenüber Sporenerde überlegen ist. Meine Versuche konnten dieses Ergebnis aber nicht erhärten.

Unter Berücksichtigung der oben angeführten Gesichtspunkte stellt, meiner Meinung nach, der HARVEY-Heißgas-Drucksterilisator 5000 keine Alternative zu den anerkannten anderen Sterilisationsverfahren dar.

Abschließend wäre noch zu sagen, daß wir mit der Heißluftsterilisation ein Verfahren in der Hand haben, das - richtig durchgeführt - für eine absolut sichere Keimfreiheit im definierten Sinne (DAB) bürgt. In meinen Versuchen konnte bei 180° C und 20 Minuten Sterilisationszeit immer Sterilität nachgewiesen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Alle Instrumente und Gegenstände, die zu ärztlichen Eingriffen benutzt werden, müssen sterilisiert werden. Ziel dieser Sterilisation ist die Abtötung der resistenten Dauerformen (Sporen) nativer Bazillen. Für die Praxis stehen hierfür mehrere Verfahren zur Verfügung.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Wirksamkeit des HARVEY-Sterilisators 5000 geprüft und mit einem herkömmlichen Heißluft-Kreislauf-Sterilisator verglichen. Als Testmaterial dienten vegetative Bakterienarten (Staphylococcen) und verschiedene Sporen. Um möglichst praxisnahe Gegebenheiten herzustellen, dienten 0,9 %ige NaCl-Lsg., pH 7, Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung, Rinderserum und Rinderblut als Hüllsubstanzen. Auffällig war die hohe Resistenz der bakteriellen Sporen im Vergleich zur Widerstandsfähigkeit der Vegetativformen gegenüber dem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch. Staphylococcen wurden an Wollfäden und Leinen ebenso schnell und sicher abgetötet wie an Metallplättchen. Von besonders hoher Widerstandsfähigkeit zeigten sich Keimträger von Mesentericus- und Megatherium-Sporen, gefolgt von Cereus- und Subtilis-Sporen. Die Sporen von Bac. stearothermophilus, die eine geringe Thermoresistenz besitzen, erwiesen sich dagegen bezüglich des Alkohol-Aldehyd-Gasgemisches als empfindlicher.

Beim Vergleich Wollfaden - Metall - Leinen komme ich zu dem Schluß, daß die Sporen in Wollfäden am widerstandsfähigsten sind, gefolgt von Sporen in Leinenläppchen. Möglicherweise läßt sich diese ausgeprägtere Resistenz der Sporen an Wolle durch den Schutzkolloideffekt der Kulturbouillon erklären, die von der Textilfaser in viel größeren Mengen aufgenommen wird, als sie an der Metalloberfläche zu haften vermag. In Rinderblut und Rinderserum suspendierte Sporen zeigten eine größere Resistenz als in 0,9 %iger NaCl-Lösung (pH 7) und in Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung suspendierte Sporen. Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung war als Hüllsubstanz am empfindlichsten.

Bei meinen Versuchen berücksichtigte ich zusätzlich den Standort des Sterilisiergutes: ich unterschied zwischen vorn, mitte, hinten. Beim HARVEY-Sterilisator 5000 stellte ich fest, daß nach Sterilisation im hinteren Teil der Sterilisationskammer mehr Keimträger steril waren als vorn und in der Mitte. Beim Heißluft-Kreislauf-Sterilisator sind diesbezüglich keine Regelmäßigkeiten zu erkennen.

Zuletzt untersuchte ich, ob Sporenerde zur Überprüfung des Sterilisationseffektes auch bei einem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch-Drucksterilisator geeignet ist. Es ist mir selbst nach 2 Stunden Versuchsdauer nicht gelungen, eindeutig nachzuweisen, daß die Erdsporen im HARVEY-Sterilisator 5000 mit Sicherheit abgetötet werden.

Zuletzt soll noch darauf hingewiesen werden, daß die vom

Hersteller genannte Sterilisationstemperatur von 132° C in meinen Versuchen immer überschritten wurde.
Ebenso war nach 20 Minuten Sterilisationsdauer (vom Hersteller als zur Sterilisation ausreichende Zeit angegeben) nur für Keimträger von Staphylococcen und Metallplättchen mit Stearothermophilus-Sporen Sterilität nachzuweisen.

Unter Betrachtung der oben genannten Faktoren ist meiner Meinung nach das Gerät als Sterilisator für die Praxis nicht empfehlenswert, da eine sichere Abtötung von Sporen, selbst bei Verlängerung der vom Hersteller angegebenen Sterilisationsdauer, nicht sicher zu erreichen ist.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BEEBY, M.M. und WHITEHOUSE, C.E.:
Bacterial Spore Test, Piece for the control of Ethylene Oxide Sterilization
J. appl. Bact. 28, 349 - 360 (1965)

2. BERGER, U.:
Desinfektion und Sterilisation, in Praxis der Zahnheilkunde, Bd. I, Hrsg. D. Haunfelder, L. Hupfauf, W. Ketterl, G. Schmuth
Urban und Schwarzenberg, München 1968

3. BLAKE, G. C.:
Tests of a Vapour Sterilizer and an Autoclave for Dental Instruments and Materials
Brit. Dent. J. 116, 489 - 491 (1964)

4. BRUHIN, H., BÜHLMANN, X., VISCHER, W. A.:
Möglichkeiten und Grenzen der Äthylenoxid-Sterilisation
Zbl. Bakt., Hyg. I. Abt. Orig. A 208, 563 - 567 (1968)

5. ENGELHARDT, J. P.:
Kontamination in der Zahnarztpraxis und Möglichkeiten einer gezielten Dekontamination unter dem Aspekt einer Praxisrationalisierung
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 165 - 170 (1974)

6. FINKEN, R. M.:
Untersuchungen an zwei Geräten, die als Sterilisatoren für die zahnärztliche Praxis empfohlen werden
Med. Dissertation Düsseldorf 1976

7. GÄRTNER, H. und REPLOH, H.:
Lehrbuch der Hygiene, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 2. Aufl. 1969

8. GRÜN, L.:
Desinfektion und Sterilisation in der Praxis
Dtsch. med. Wschr. 90, 565 - 570 (1965)

9. HERTWIG, F. und HORN, H.:
Der physikalische und biologische Test zur Prüfung von Sterilisatoren
Dtsch. Ges. Wesen I, 15, 1321 - 1325

10. MÜLLER-HIRTH, R.:
Möglichkeiten und Grenzen der Sterilisation mit einem Alkohol-Aldehyd-Gasgemisch
Med. Dissertation Mainz 1974

11. PRICHARD, J. F.:
Advanced Periodontal Disease: Surgical and Prothetic Management Philadelphia, W.B. Saundes Co. 180, 181 (1965)

12. SCHAAL, K. P., PAPE, H.-D. und HÖRSTER, W.:
Untersuchungen zu den Sterilisationseigenschaften des Mikro-Harvey-Heißgas-Drucksterilisators
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 991 - 996 (1974)

13. STRUPPE, H. F.:
Ist Sporenerde zur Funktionskontrolle von Äthylenoxid-Sterilisatoren geeignet?
Arch. Hyg. Bakt. 153, 326 - 331 (1969)

14. Accepted Dental Therapeutics
37 th Edition 1977
American Dental Association, Chicago

Herrn Professor Dr. L. Grün möchte ich für die Überlassung des Themas sowie für seine wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Versuche herzlich danken.

Ebenso gilt mein Dank den Mitarbeitern des Hygiene-Institutes.

Lebenslauf

Am 22. 01. 1954 wurde ich als Tochter des Zahnarztes Dr. Max Kloss und seiner Frau Gisela, geb. Zipprich in Reichenbach im Vogtland geboren.
1961 wurde ich in Massen, Krs. Unna eingeschult. Nach mehrmaligem Schulwechsel, durch mehrfachen Ortswechsel bedingt, erhielt ich im Juni 1970 die Mittlere Reife. Von 1970 - 1973 besuchte ich das Dietrich-Bonhoeffer-Aufbaugymnasium in Hilden, wo ich am 16.5. 1973 die Reifeprüfung bestand.
Im Wintersemester 1973/74 begann ich das Studium der Zahnheilkunde in Köln; setzte es im Sommersemester 1975 an der Universität Düsseldorf fort und bestand das Staatsexamen am 24. Oktober 1978 in Düsseldorf.

Druck: D. Gräbner, 8602 Altendorf - Tel. 09545/8791